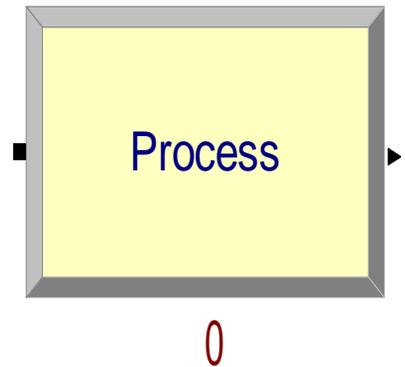
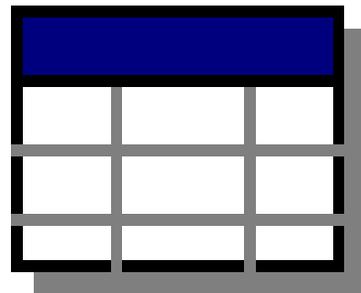


# Os elementos de modelagem do ARENA

Módulos de Fluxograma



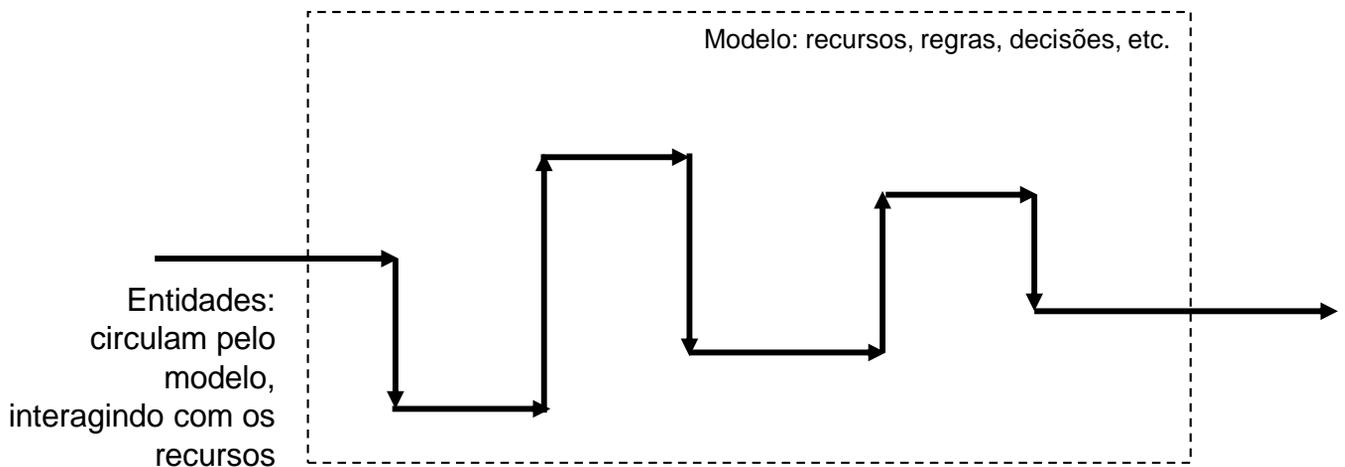
Módulos de Dados



Entity

# Os elementos de modelagem do ARENA

- **Recursos:** representam a estrutura do sistema, como máquinas, postos de trabalho, meios de transporte, pessoas que participam do processo e etc.;
- **Entidades:** são a parte circulante do modelo, que percorre a lógica estabelecida pelo fluxograma, interagindo com os recursos.



# O Template Basic Process

**Comando Create:** serve para introduzir as entidades no modelo segundo intervalos de tempo definidos. Ao se clicar duas vezes sobre ele, é apresentada a seguinte janela de opções

Create

Descrição do módulo (sem acentuação)

Definição do tipo de entidade a ser criada

Definição do intervalo de tempo entre chegadas

Quantas entidades deverão chegar a cada vez

Quantidade máxima de entidades a serem inseridas por este módulo Create

Momento da primeira criação

The screenshot shows a 'Create' dialog box with the following fields and controls:

- Name:** A text field containing 'Create'.
- Entity Type:** A dropdown menu showing 'Entity 1'.
- Time Between Arrivals:** A section containing:
  - Type:** A dropdown menu showing 'Random'.
  - Value:** A text field containing '1'.
  - Units:** A dropdown menu showing 'hours'.
- Entities per Arrival:** A text field containing '1'.
- Max Arrivals:** A text field containing 'Infinite'.
- First Creation:** A text field containing '0.0'.
- Buttons:** 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons at the bottom.

Annotations with lines pointing to the fields:

- 'Descrição do módulo (sem acentuação)' points to the 'Name' field.
- 'Definição do tipo de entidade a ser criada' points to the 'Entity Type' dropdown.
- 'Definição do intervalo de tempo entre chegadas' points to the 'Type' dropdown in the 'Time Between Arrivals' section.
- 'Quantas entidades deverão chegar a cada vez' points to the 'Entities per Arrival' field.
- 'Quantidade máxima de entidades a serem inseridas por este módulo Create' points to the 'Max Arrivals' field.
- 'Momento da primeira criação' points to the 'First Creation' field.

# O Template Basic Process

**Comando Process: O módulo de fluxograma Process tem a função de representar qualquer ação dentro do sistema que leve um tempo para ser cumprida. Também é capaz de representar a ocupação de uma máquina ou operador (recurso)**

Process

Descrição da função do módulo

Escolha do tipo de Process

Ação a ser tomada pelo Process (ocupação de recurso, espera simples, etc.)

The screenshot shows the 'Process' dialog box with the following fields and callouts:

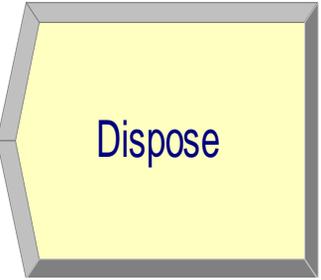
- Name:** Process (Callout: Descrição da função do módulo)
- Type:** Standard (Callout: Escolha do tipo de Process)
- Logic:** Action: Delay (Callout: Ação a ser tomada pelo Process (ocupação de recurso, espera simples, etc.))
- Delay Type:** Triangular (Callout: Tempo a ser dispendido no Processo)
- Units:** hours
- Allocation:** Value Added (Callout: Definição da situação de custo associado ao processo)
- Minimum:** .5
- Value (Most Likely):** 1
- Maximum:** 1.5

Buttons: OK, Cancel, Help

Tempo a ser dispendido no Processo

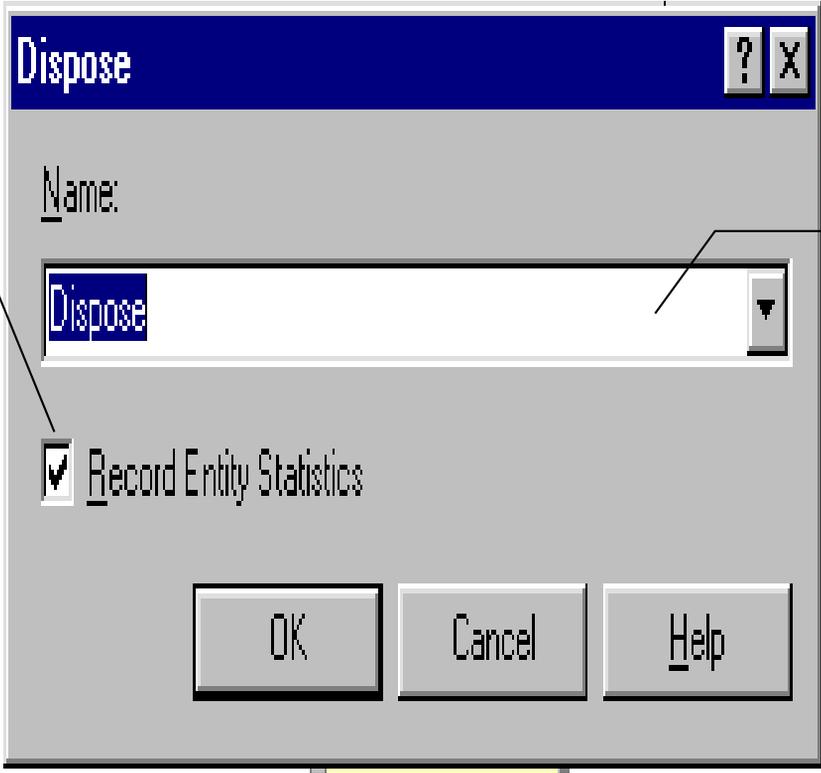
Definição da situação de custo associado ao processo

# O Template Basic Process



Dispose

**Comando Dispose:** Este módulo de fluxograma tem função inversa à do módulo Create. Ele tem a função de retirar as entidades do sistema



Dispose

Name:

Dispose

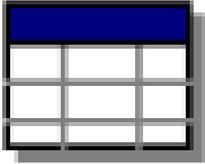
Record Entity Statistics

OK Cancel Help

Ativa coleta de estatísticas sobre as entidades

Descrição da função do módulo

# O Template Basic Process



Entity

**Módulo de Dados Entity:** reúne as definições e parâmetros referentes a todos os tipos de entidades usados pelo modelo. A entrada de dados é realizada através da área de planilha ou de uma caixa de diálogo

Nome do tipo de entidade

Entity

Entity Type:  
Entity 1

Initial Picture: Picture.Report Holding Cost / Hour: 0.0

Initial Costs

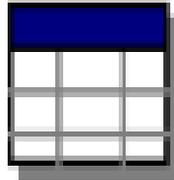
|                  |                      |              |
|------------------|----------------------|--------------|
| Value Added: 0.0 | Non-Value Added: 0.0 | Waiting: 0.0 |
| Transfer: 0.0    | Other: 0.0           |              |

OK Cancel Help

Nome da figura usada para representar a entidade

Valores de custo para este tipo de entidade em diferentes situações.

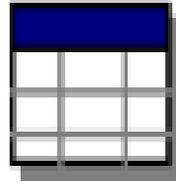
# O Template Basic Process



## Resource

**Módulo de Dados**  
**Resource:** relaciona todos os recursos usados no modelo. Por recurso, entende-se uma estrutura que será usada pela entidade, a qual irá despende uma certa quantidade de tempo neste processo. Um recurso, então, poderia ser uma máquina onde a peça sofre um processo, um caixa bancário que atende a um cliente ou uma mesa de cirurgia por onde passa o paciente

# O Template Basic Process



## Resource

**Resource** [?] [X]

Name:  Type:

Capacity:

Costs

| Busy / Hour:                     | Idle / Hour:                     | Per Use:                         |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="text" value="0.0"/> | <input type="text" value="0.0"/> | <input type="text" value="0.0"/> |

StateSet Name:

Failures:

- <End of list>

Nome do recurso

Tipo de recurso (capacidade ou schedule)

Capacidade ou schedule correspondente

Informações sobre custo neste recurso

Nome do conjunto de estados usado por este recurso

Falhas programadas para este recurso

# Tempo de Simulação e Parâmetros

Os estudos de simulação geralmente são feitos em um período limitado de tempo ou um conjunto de períodos idênticos. No ARENA, isto pode ser configurado na janela “Replication Parameters, acessada através do menu RUN, opção SETUP, e clicando na aba correspondente:

**Run Setup**

Speed | Run Control | Reports

Project Parameters | Replication Parameters

Number of Replications: 1

Warm-up Period: 0.0

Replication Length: Infinite

Hours Per Day: 24

Terminating Condition:

Initialize Between Replications

Statistics  System

Time Units: Hours

Time Units: Hours

Base Time Units: Hours

OK Cancelar Aplicar Ajuda

Número de intervalos de tempo a serem simulados

Tempo de preparação do sistema

Duração de cada intervalo de tempo

Condição para término da simulação

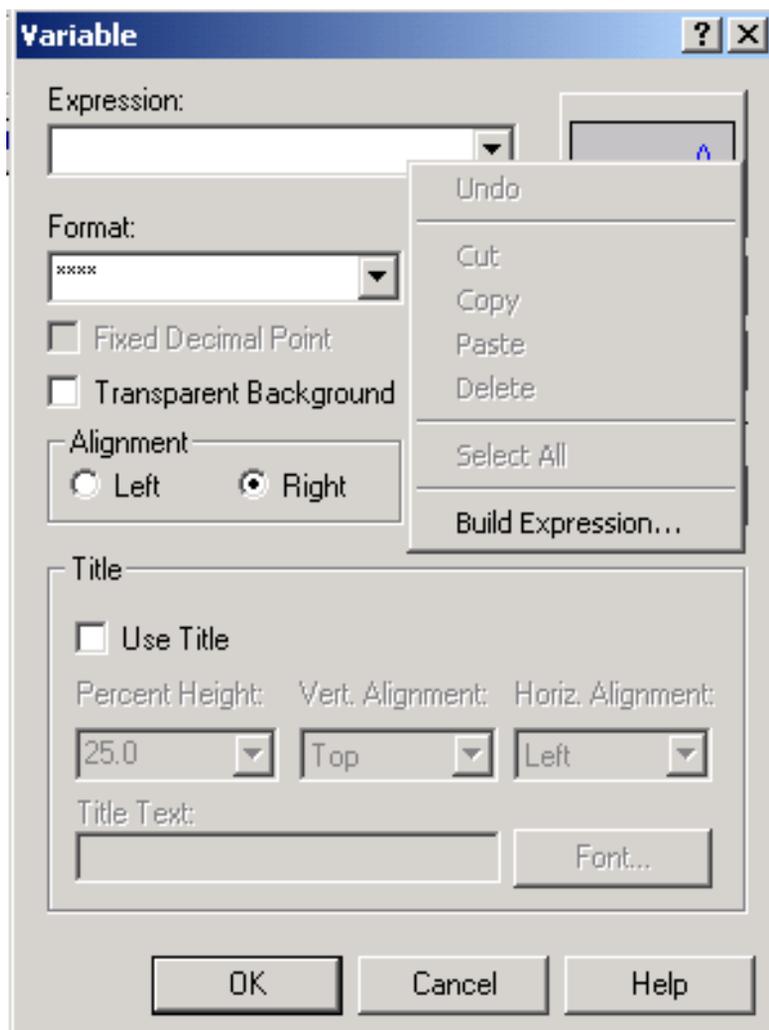
Opções de inicialização entre replicações (intervalos de tempo)

# Animação do Modelo

Junto a barra de ferramentas existem diversos elementos de animação, que inclui relógio, calendário, variable, plot, entre outros.

A variable e o plot requerem que o usuário especifique a expressão ou estatística que deseja visualizar e para isso pode utilizar o recurso do “build expression” que é acionado pelo botão direito do mouse quando o cursor está no campo “expression”.

Tela da Variable



# Animação do Modelo

A tela abaixo mostra o recurso de animação “plot”. Pelo botão “Add” pode-se adicionar uma expressão utilizando o “builder expression” (botão direito do mouse).

Este gráfico tem na abscissa (time range) o tempo da simulação e na ordenada (minimum - maximum ) o intervalo de variação da variável escolhida.

## Tela do Plot



# **Animação do Modelo**

**A animação do modelo pode utilizar variables, plot, relógio, instrumentos de desenho e a visualização do “resource” por meio do ícone na barra de ferramentas.**

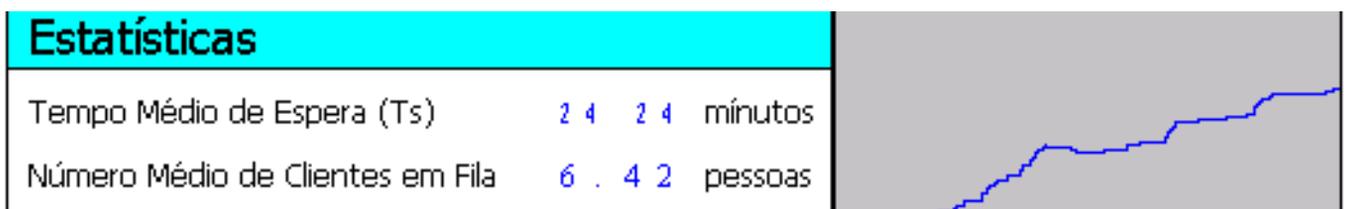
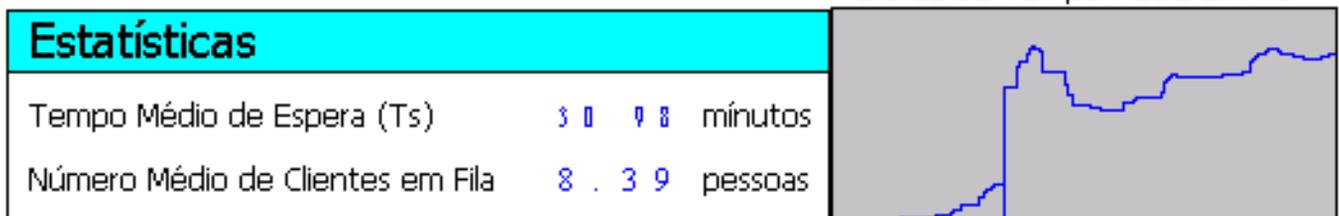
**A figura da entidade ou do resource pode ser alterada e também lida de arquivo externo e as entidades podem ser posicionadas junto ao mesmo.**

# Utilizando o “Warm-up”

Em geral, toda simulação começa com o sistema sem entidades (vazio) e isso ocasiona um cálculo distorcido das estatísticas ao final da simulação, que foi ponderada por esse período “ocioso ou transitório”.

Na opção “run set-up replication parameters” é possível associar um tempo de “warm-up” ou aquecimento, que uma vez alcançado “zera” todas as estatísticas, mas mantém as entidades no sistema e passa a calculá-las a partir agora de um sistema que já está carregado de entidades, ou seja, a partir de um sistema que já estaria alcançado seu estado estacionário.

Abaixo mostra-se o modelo com “warm-up” de 2 horas e logo abaixo o sistema sem warm-up, em que as estatísticas de tempo em fila são superiores com “warm-up”.





**Modificando o exemplo da fábrica, agora com dois pontos para atendimento dos caminhões**

**Chegadas exponenciais com intervalo médio de 2,5 horas.**

**Atendimento do caminhão no ponto 1 exponencial com média de 1,5 hora.**

**Atendimento do caminhão no ponto 2 exponencial com média de 3,0 horas.**

**Fila individual na frente de cada ponto de atendimento.**

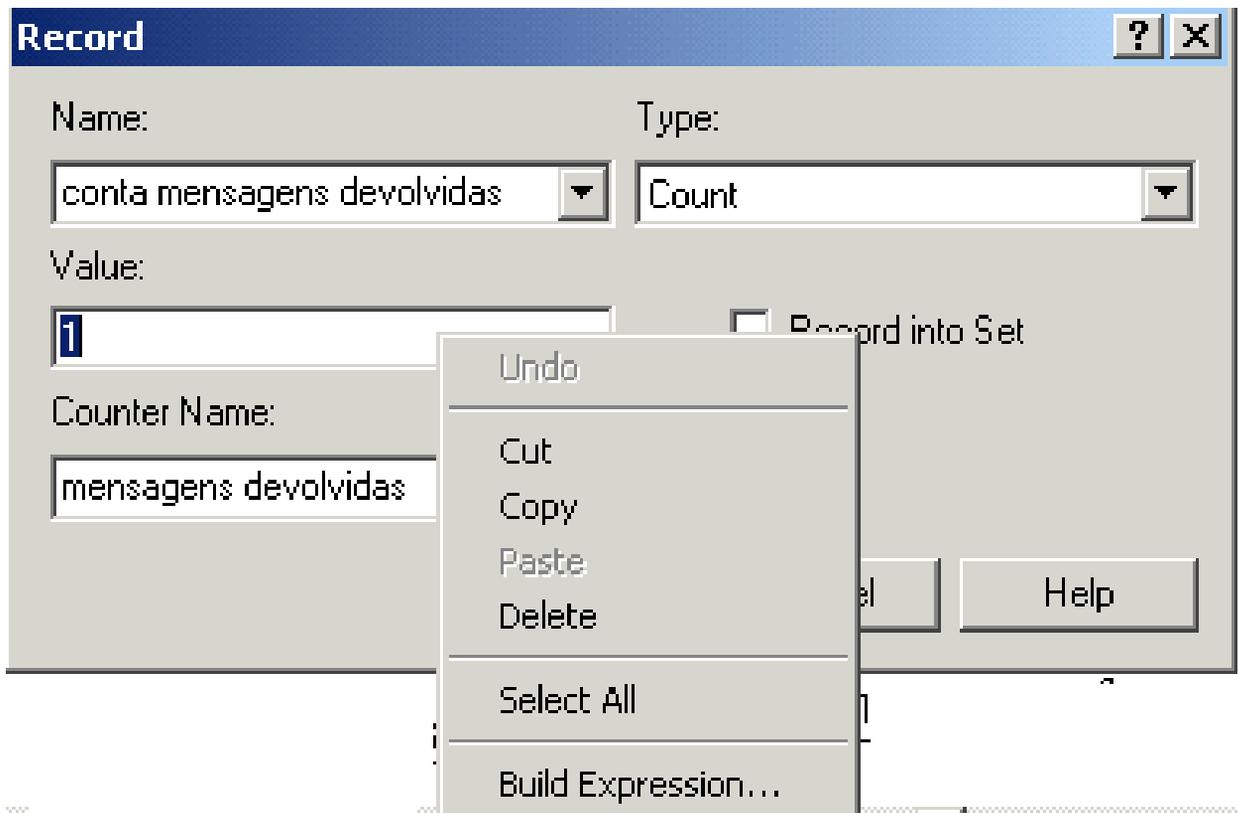
**Notem que é necessário tomar uma decisão (comando DECIDE) que "olha e testa" as filas em cada um dos pontos de atendimento.**

**Um decide deve ser utilizado na “opção 2 way by condition” e a condição foi escrita utilizando-se o “build expression”.**

# Comando Record

O comando Record permite coletar estatísticas do tipo contador ou “Count”, do tipo expressões ou expression, do tipo “time interval”, do tipo “time between” e até do tipo “entity statistics”. Na opção “value” pode-se utilizar o “build expression” que é muito útil para montar diversas estatísticas.

## Tela do Record



# Resolvendo o Exercício do Provedor

Modele um provedor de INTERNET onde:

A mensagem chega e aguarda em fila até ser atendida pelo processador. Quando a primeira mensagem da fila acessa o processador desocupado, há a possibilidade dela:

- ser atendida (probabilidade de 70%), ou seja ela é remetida ao destinatário;
- não ser atendida ( probabilidade de 20%) pois o servidor de destino não foi naquele momento localizado (mensagem postergada) e, portanto, ela volta para fila para ser atendida posteriormente (serão discutidos adiante em que momento a mensagem volta, em que posição da fila ela volta e onde ela fica armazenada até voltar para a fila);
- ser devolvida (probabilidade de 10%) ao remetente pois, por exemplo, o servidor de destino não existe ou não foi localizado;

Finalmente, cabe ressaltar alguns aspectos gerais sobre o problema;

- tempo de atendimento é normal com média 10 e desvio padrão 3 e esse tempo é gasto mesmo se a mensagem for enviada, devolvida ou postergada;
- quando ela é postergada, ela fica parada durante um tempo fixo de 60 e volta para a fila do servidor para novo atendimento;
- a chegada de mensagem é exponencial com intervalo médio de 20

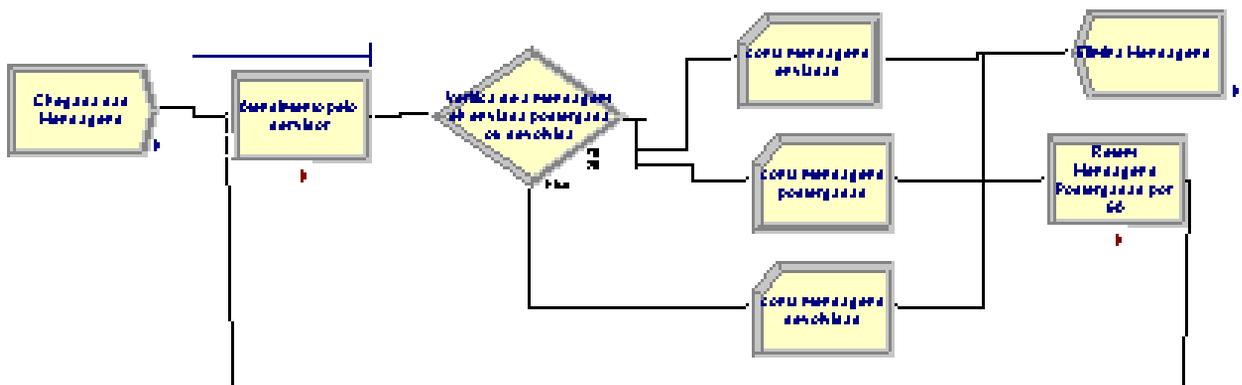
Modele o problema em ARENA, fazendo antes um modelo conceitual e buscando estatísticas de fila de mensagens e quantas são enviadas, devolvidas ou postergadas. Os tempos estão em segundos. Processe o modelo 24 horas.

# Resolvendo o Exercício do Provedor

Notar que existe um “process” para representar o servidor, que tem um recurso associado chamado “servidor” e outro process para as mensagens postergadas, mas que não tem recurso associado e serve só para segurar as mensagens postergadas por 10 segundos.

No comando “decide” foi usada a opção “n way by chance”, em que foram colocadas as probabilidades de enviar, postergar e devolver.

Os comandos “record” servem para contar os tipos de mensagens.



Fila média de mensagens

.

Tempo médio mensagens em fila

.

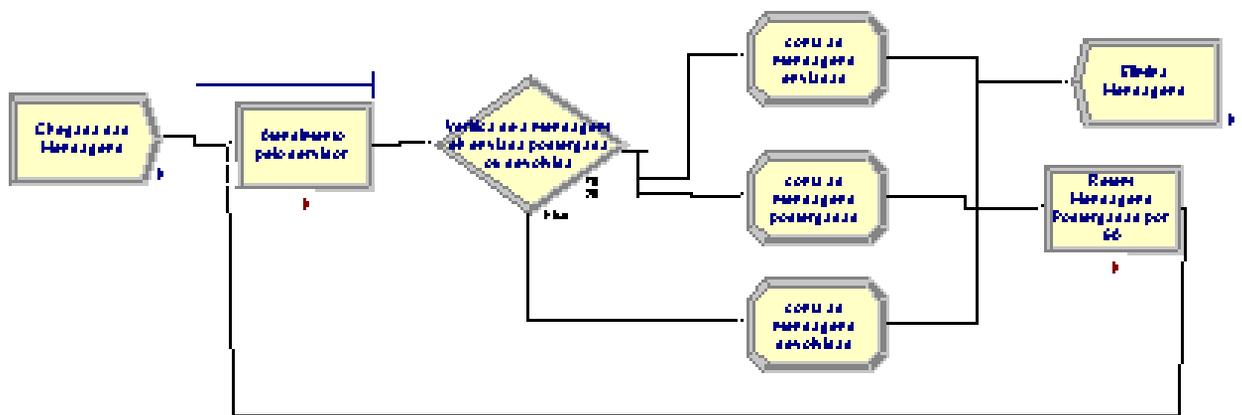
mensagens que foram devolvidas

mensagens que foram enviadas

mensagens que foram postergadas

# Resolvendo o Exercício do Provedor Com o comando ASSIGN

O comando ASSIGN substitui o comando record e produz o mesmo resultado.



fila média de mensagens

Tempo médio mensagens em fila

mensagens que foram devolvidas

mensagens que foram enviadas

mensagens que foram postergadas

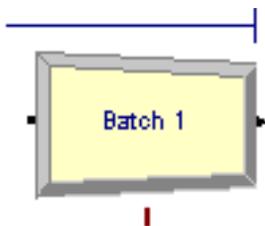
# Comandos Separate e Batch

O comando “separate” duplica, triplica, enfim multiplica uma entidade “mãe” em tantas entidades na quantidade indicada em “# of Duplicates”. O comando “batch” agrupa uma quantidade de entidades indicada em “batch size” em uma só.



The "Separate" dialog box has a blue title bar with a question mark and a close button. It contains the following fields and controls:

- Name:** A dropdown menu with "Separate 1" selected.
- Type:** A dropdown menu with "Duplicate Original" selected.
- Percent Cost to Duplicates (0-100):** A text input field containing "50".
- # of Duplicates:** A text input field containing "1", with a percentage symbol (%) to its left.
- Buttons:** "OK", "Cancel", and "Help" buttons at the bottom.



The "Batch" dialog box has a blue title bar with a question mark and a close button. It contains the following fields and controls:

- Name:** A dropdown menu with "Batch 1" selected.
- Type:** A dropdown menu with "Permanent" selected.
- Batch Size:** A text input field containing "2".
- Save Criterion:** A dropdown menu with "Last" selected.
- Rule:** A dropdown menu with "Any Entity" selected.
- Buttons:** "OK", "Cancel", and "Help" buttons at the bottom.

# **Um exemplo utilizando Atributos, Separate e Batch**

**Caminhões chegam segundo uma distribuição triangular (5,7,9) horas e são atendidos numa única baia. Os caminhões trazem 50 unidades de produtos, sendo que 30% deles necessitam de inspeção e é gasto um tempo de descarga e inspeção segundo uma distribuição uniforme (10, 20) minutos cada unidade e 70% não necessitam de inspeção e tem tempo de descarga segundo uma normal (5,2) minutos. A descarga é feita também por uma única equipe.**

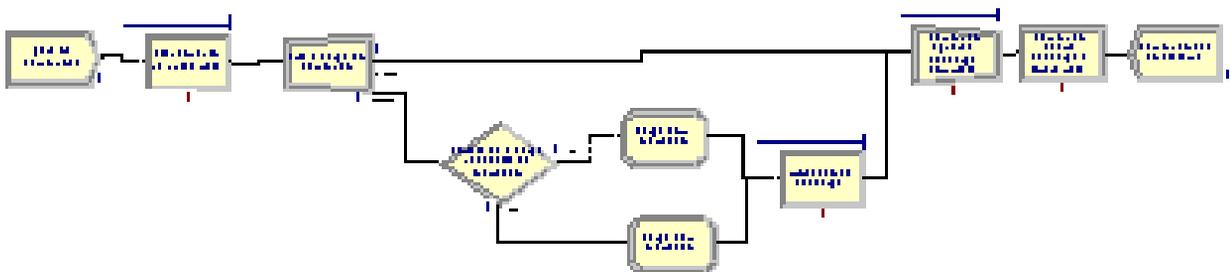
**Modele o problema em ARENA e mostrando o tempo em fila e o número médio de caminhões e de carga esperando descarga. Processe o modelo por 24 horas.**

# Um exemplo utilizando Atributos, Separate e Batch

Nesse exemplo que dita o tempo de permanência do caminhão na baía é a descarga dos produtos que estão dentro do caminhão. Por isso, utiliza-se um “process” e um “recurso\_baia” que não gasta tempo.

O caminhão chega, fica em fila, aloca a baía e as cargas são geradas por meio da multiplicação utilizando-se o “separate”. A entidade caminhão (“mãe”) fica esperando no “batch”, enquanto as entidades cargas (“filhas”) são processadas uma a uma num outro “process” cujo recurso foi chamado de “recurso\_equipe”.

Outro detalhe importante é que o tempo de cada carga é sorteado e associado a um atributo chamado “tempo de descarga”.



Tempo Medio Fila Caminhoes

0 . 0

Tempo Medio Fila produtos

0 . 0

Fila Média de Caminhoes

0 . 0

Fila Média de Produtos

0 . 0